

段芋竹,赵兴云,杨德菊,等.银杏树轮中的铅元素对山东临沂环境变化的指示作用[J].江苏农业科学,2016,44(8):474-477.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.136

银杏树轮中的铅元素对山东临沂环境变化的指示作用

段芋竹¹,赵兴云²,杨德菊³,张卫国⁴

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院,重庆 401331; 2. 临沂大学资源环境学院,山东临沂 276005;

3. 山东省费县国有沭河林场,山东临沂 273400; 4. 西南林业大学国家高原湿地研究中心,云南昆明 650224)

摘要:为了解近些年来山东省临沂市环境的动态变化情况,选取临沂市银杏树轮为研究材料,将采自城区、近郊、远郊的 3 组样品经过室内处理及消解后,用石墨炉原子吸光度计测定临沂市 1969—2013 年间银杏树轮中的铅含量,分析城区、近郊、远郊的铅含量变化情况。结果表明:城区银杏树轮中的铅含量高于近郊,近郊高于远郊,说明城区污染程度最大,其次为近郊,远郊污染程度最小。结合临沂市经济社会发展等情况,分析每组样品铅含量变化的可能原因:一方面可能受横向迁移的影响;另一方面可能受经济发展等社会因素以及汽车尾气等人为因素的影响。

关键词:临沂市;银杏树轮;铅元素;环境变化

中图分类号: S792.95 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0474-03

随着社会经济的发展,环境污染问题日益凸显,大量污染元素进入环境中,威胁生态环境,影响人类健康^[1-2]。为此,人类必须充分了解环境污染历史,分析环境动态变化原因,制定合理的环保政策,减少环境污染。树轮具有定年准确、时间分辨率高等优点,早已广泛应用于示踪环境污染历史、了解污染元素在环境中运移特征的研究中,现已成为重建环境历史变化的重要工具之一^[3-6]。在国际上,有关学者利用树轮资料展开环境污染研究始于 20 世纪 60 年代初^[7];Lepp 于 1975 年首次提出树轮化学的概念^[7-8]。我国从 20 世纪 80 年代开始利用树轮开展环境研究,经过 30 余年的不断发展,取得丰硕的研究成果^[9-11]。进入 21 世纪,树轮化学技术不断发展,其在监测环境污染方面的作用也越来越突出^[12-14]。

临沂市境内银杏树数量多、树龄长,对临沂市近些年来的环境状况有很好的记录。本研究旨在通过测定临沂市银杏树轮中的铅含量,了解近些年来临沂市环境的动态变化情况,并对临沂市目前的环境状况作出分析,以期有关部门改善临沂市环境污染状况提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

临沂市位于山东省东南部,地处 34°22′~36°12′N、117°25′~119°11′E 之间,地貌类型复杂,地势西北高、东南低^[15];属暖温带大陆性季风气候,四季变化明显,年均降水量 680~860 mm,集中于夏季,年平均气温 12.0~13.3℃,年日照时间 2 289 h^[16];该地面积 17 191.21 km²,人口 1 090.4 万人(截至 2013 年),是山东省面积最大、人口最多的地

级市^[17-18]。

临沂市工业发展迅速,大量工业废弃物被排放到环境中,加上庞大的物流行业,使临沂市成为北方最大的商品集散地,该地货运汽车频繁进出,私家车数量迅速增多,大量汽车尾气被排放到环境中,环境污染问题较为突出。

1.2 样品采集与测定方法

1.2.1 树轮样品的采集与处理 于 2014 年 4 月在临沂市城区(C)、近郊(J)、远郊(Y)采集银杏树轮样本。城区采样点位于滨河路与蒙山大道交汇处东南方向、沭河右岸的银杏园林;近郊采样点位于聚财六路与滨河路交汇处以东、沭河右岸;远郊采样点位于郯城县新村乡、沂河左岸。城区、近郊各采集 5 株银杏树,远郊采集 4 株,用生长锥(12 mm)在每株树的南、北 2 个方向,离地面约 1 m 部位各采集 1 个样芯,每株树采集 2 个样芯,3 个采样点共采集 28 个样芯。为减少不同样芯间的交叉污染,每采完 1 个样芯对生长锥进行清洗,将采集的样芯放入纸筒中,并编号。

将样芯放于阴凉通风处自然风干后,用白乳胶固定在样槽中,用砂纸细致打磨直至年轮清晰可见。将打磨好的样芯放在显微镜下初步定年,然后放在年轮宽度测量仪上测量年轮宽度。根据测量结果,每个采样点分别选择样芯年轮界限较为清晰、年轮宽度相对较大的 2 株银杏树(共 4 个样芯)作为研究对象。本研究主要探讨临沂市近年来环境中重金属铅的含量变化,所以每个样芯取 1969—2013 年的年轮作为研究对象。由于每年的树轮宽度较小,对每个样芯按年轮线采取每 3 年切割 1 段作为 1 个样品,并对同一株银杏树轮的南、北不同样芯的相同年份树轮切割样品进行混合,并将混合的样品按时间先后从 1 至 15 依次编号。再将样品置于 80℃恒温箱中烘干,然后用球磨仪将样品粉碎,放于干燥器皿中保存待测。样品切割年份与对应编号以及采样点基本信息详见表 1。

1.2.2 重金属元素铅的测定 称取 0.1 g(精确至 0.000 2 g)样品于 50 mL 聚四氟乙烯坩埚中,加入 10 mL 盐酸,在电热板上进行低温(100℃以下)加热,使样品初步分解;蒸发至 3 mL

收稿日期:2016-02-19

基金项目:国家自然科学基金(编号:41072139、41541020)。

作者简介:段芋竹(1992—),女,甘肃兰州人,硕士研究生,研究方向为中学地理教学。E-mail:duanyuzhu711@163.com。

通信作者:赵兴云,博士,教授,研究方向为树木年轮与区域环境演变。E-mail:synzxy@sina.com。

表 1 样品切割时间与对应编号以及采样点基本信息

样品	样品切割时间对应的编号					纬度	经度	海拔(m)
	1969—1971	1972—1974	…	2008—2010	2011—2013			
C1	1	2	…	14	15	35°06′36″N	118°18′29″E	68
C2	1	2	…	14	15	35°06′41″N	118°18′30″E	71
J1	1	2	…	14	15	35°07′37″N	118°17′28″E	70
J2	1	2	…	14	15	35°07′39″N	118°17′25″E	71
Y1	1	2	…	14	15	34°34′39″N	118°08′33″E	34
Y2	1	2	…	14	15	34°34′39″N	118°08′35″E	37

左右时,取下坩埚使其稍冷,加入 5 mL 硝酸、3 mL 高氯酸,加盖后,继续中温(不超过 250 ℃)加热直至冒浓厚高氯酸白烟,稍稍开盖保持 5 min,此时消煮液应清亮透明,说明消煮液内反应已经完成,否则需要滴加硝酸继续消解。同时做 2 份空白对照试验。用热的浓度为 0.1 mol/mL 的硝酸溶液冲洗坩埚,全量转移至 50 mL 容量瓶中,定容至标线,摇匀、放置、澄清。

待测液中的铅含量用石墨炉原子吸光光度计进行测定。检测得到的数据用以下公式计算单位树轮中铅含量:

$$C = P \times V / m。$$

式中: C 为树轮中铅元素含量, $\mu\text{g}/\text{kg}$; P 为样品检测浓度, $\mu\text{g}/\text{L}$; V 为待测液体体积,本研究设为 50 mL; m 为样品称取质量,取 0.1 g。

2 结果与分析

2.1 城区银杏树轮中铅元素含量变化的分析

从图 1 - a 可以看出,城区不同样品之间铅含量在 1969—2007 年的变化趋势大致相同;而 2007—2013 年 C1 样品铅含量先明显升高,后稍微减小,C2 样品铅含量持续降低。

1969—1983 年城区银杏树轮中铅含量维持在较高水平,但略有下降,可能是因为当时经济初步发展,基本没有环保意识,含铅工业废物无节制地被排放到环境中而造成污染,而且此阶段居民取暖基本靠燃煤,由于煤炭中含有铅元素^[19],燃煤过程中使其中的铅释放到环境中,增加了环境中的铅含量,使银杏树轮中的铅含量维持在较高水平。此阶段受文化大革命的影响,许多企业处于停产、半停产的状态。同时,刘禹等研究表明,树轮中的微量元素可以在树轮中发生横向迁移^[12,20-21]。受树轮化学元素横向迁移的影响,铅元素可能迁移到以前形成的树轮中,从而增加树轮中的铅含量,因此距今越远,相对含量越高,而呈现出略有下降的趋势。1983—1992 年铅含量呈升高趋势,可能是因为此阶段正处于临沂工业发展的第一阶段(1978—1992 年),其间国家政策放宽,所有制结构开始完善,工业经济发展活跃,“三废”排放增多,加剧环境污染,铅含量呈增长状态。1992—2004 年铅含量总体呈降低状态,该时段包含临沂工业发展的第二阶段(1992—2002 年),但是随着经济的发展,人们的环保意识逐渐建立,至 1994 年全区共制定有关环保的文件 35 份,并投入大量资金用于污染治理。除此之外,还可能受横向迁移的影响。2004—2010 年铅含量呈升高态势,可能是因为临沂市批发及物流行业的发展,大大增加了进出临沂市的汽车数量;同时私家车数量不断增多,数据显示,轿车数量从 2004 年的 14.45 万辆增长到 2010 年的 30.6 万辆。临沂市汽车数量迅速增

加,排放大量汽车尾气,而汽车尾气是空气中铅的重要来源,从而加剧了环境中铅含量。此外,工业发展对铅含量的变化也有影响。2010—2013 年铅含量呈现减少的趋势,主要有 2 个原因:(1)汽车无铅汽油以及天然气的使用,减少了汽车尾气铅排放;(2)国家环保政策的完善以及环保力度的加大,大大减少了环境污染。

2.2 近郊银杏树轮中铅元素含量变化的分析

由图 1 - b 可以看出,近郊不同样品之间铅含量变化趋势基本吻合,1972—1977 年都出现了明显升高趋势,1978—1992 年铅含量变化相对平稳,1993—2004 年变化波动较大,2005—2013 年 J2 样品铅含量变化波动较 J1 样品明显,但基本变化趋势相同。

近郊银杏树轮中铅含量显示,除 1975—1977 年以外,1969—2007 年与城区铅含量变化趋势基本吻合,主要变化原因与城区相似,主要受经济发展、横向迁移的影响。在 2007—2013 年,铅含量变化趋势与城区相反,2007—2010 年呈现降低趋势,主要原因可能是近郊采样点紧靠临沂新建北城区,此阶段污染企业外迁,减少了环境污染。2010—2013 年呈升高态势,主要原因可能是北城新区建成,人口迅速增多,汽车数量迅速增加,而无铅汽油并非完全不含铅,虽然单车铅排放量较少,但是由于汽车数量多,总体铅排放量较大,导致环境中的铅不断增多。

2.3 远郊银杏树轮中铅元素含量变化的分析

由图 1 - c 可以看出,远郊不同样品铅含量总体较低,甚至在 Y1 样品中有 5 个年段内未检测出铅,在 Y2 样品中有 2 个年段内未检测出铅。

1969—2010 年,远郊银杏树轮中的铅含量变化与近郊基本吻合,而在 1969—2007 年铅含量变化原因与近郊相似,主要还是受经济发展、横向迁移的影响。2007—2013 年,铅含量持续降低原因一方面主要是铅污染企业(铅蓄电池等企业)的外迁,大大减少了铅的排放;另一方面随着环保意识的加强,加大了对废旧铅蓄电池的回收力度,减少了环境污染。

2.4 城区、近郊、远郊银杏树轮中铅元素含量变化对比分析

由图 1 - d 可以明显看出,除 1975—1977 年近郊银杏树轮中的铅含量高于城区外,城区银杏树轮中的铅含量均高于近郊,近郊均高于远郊。城区银杏树轮中的铅含量平均值为 2 034 $\mu\text{g}/\text{kg}$,近郊为 1 534 $\mu\text{g}/\text{kg}$,远郊为 360 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。城区、近郊、远郊银杏树轮中的铅含量同样受到横向迁移的影响,造成铅含量相差较大的原因主要是人为因素。可见城区环境污染程度远远大于近郊及远郊,而城区又是人口最密集的区域,因此要减少环境污染,应加大对城区环境的保护力度。近郊相对城区污染较小,而比远郊污染程度要大得多,因而也要加

强环境保护与治理。远郊虽然污染较轻,但并非没有污染,也要注重环境保护,避免环境污染加剧。

根据对城区、近郊、远郊银杏树轮中铅含量变化趋势及来源的对比与分析可知,要多方面加强对环境的保护,减少环境污染。工业“三废”的随意排放是导致环境严重污染的重要原因,要合理优化产业结构,大力发展第三产业及高效益、低污染的新兴产业,减少甚至取缔重污染企业,加大对环境的保

护力度。随着临沂市批发和物流行业的发展,以及私家车的迅速增加,汽车尾气成为临沂市空气中铅的重要来源之一,要鼓励公民使用无铅汽油和天然气,以减少汽车尾气的铅排放量。同时,应加大环保宣传,普及环保知识,增强环保意识,提高公民环保参与度,这也是有效降低环境中铅含量的有效措施。

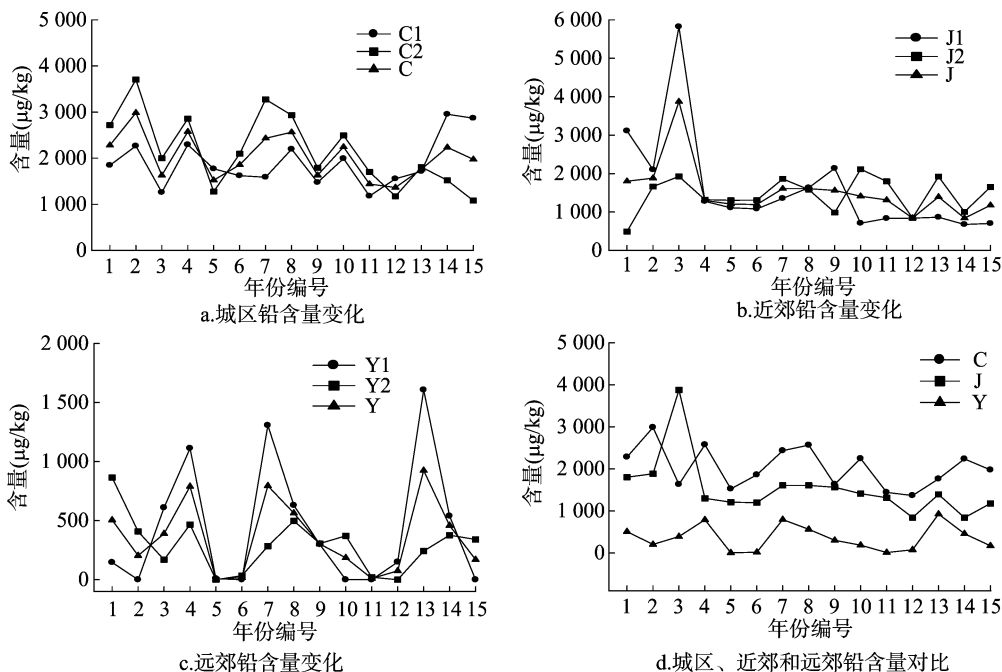


图1 铅含量变化

3 结论

本研究分析了过去45年来临沂市城区、近郊、远郊的银杏树轮中的铅含量变化历史,得到以下结论:(1)城区银杏树轮中的铅含量高于近郊,近郊高于远郊,说明城区污染程度大于近郊,近郊污染程度大于远郊;(2)城区、近郊、远郊银杏树轮中的铅含量水平虽不相同,但是变化趋势相近,均是随着时间的向后推移呈现出整体降低的趋势,可能受横向迁移的影响;(3)城区、近郊以及远郊银杏树轮中的铅含量变化趋势与临沂市经济社会发展、汽车尾气排放、环保事业等密切相关。

参考文献:

- [1]秦普丰,刘丽,侯红,等. 工业城市不同功能区土壤和蔬菜中重金属污染及其健康风险评价[J]. 生态环境学报,2010,19(7): 1668-1674.
- [2]王宏宾,束文圣,崇崇钰. 重金属污染生态学研究现状与展望[J]. 生态学报,2005,25(3):596-605.
- [3]雷梅,郭立新,张山岭. 年轮化学示踪技术及在重污染区重金属污染历史中的应用[J]. 地理科学进展,2011,30(1):114-120.
- [4]彭剑峰,李国栋,李玲玲. 西大别山小林海黄山松树轮宽度的气候意义[J]. 应用生态学报,2014,25(7):1857-1862.
- [5]张同文,袁玉江,魏文寿,等. 开都河流域天山桦树轮宽度年表的建立及其气候响应[J]. 生态学报,2015,35(9):3034-3042.
- [6]旷远文,周国逸,温达志. 珠江三角洲马尾松年轮中S的环境指

- 示意义[J]. 北京林业大学学报,2008,30(2):1-7.
- [7]Schroeder H A, Balassa J J. Cadmium uptake by vegetables from superphosphate and soil[J]. Science,1963;140(3568):819-820.
- [8]Lepp N W. The potential of tree-ring analysis for monitoring heavy metal pollution patterns[J]. Environmental Pollution,1975;9(1):49-61.
- [9]钱君龙. 树木年轮中化学元素含量和环境相关性研究[J]. 地理科学,1985,5(1):55-59.
- [10]张继舟,吕品,王立民,等. 大兴安岭森林土壤重金属含量空间变异与污染评价[J]. 生态学报,2015,34(3):810-819.
- [11]王荣芬,邱尔发,唐丽清. 行道树毛白杨树干中重金属元素分布[J]. 生态学报,2014,34(15):4212-4222.
- [12]刘禹,王伟平,保庭毅,等. 西安东郊某废弃钢铁厂油松年轮记录的重金属含量变化过程[J]. 生态毒理学报,2009,4(3):382-391.
- [13]Orlandi M, Pelfini M, Pavan M, et al. Heavy metals variations in some conifers in Valle d'Aosta (Western Italian Alps) from 1930 to 2000[J]. Microchemical Journal,2002,73(1/2):237-244.
- [14]Patrick G J, Farmer J G. A stable Lead isotopic investigation of the use of sycamore tree rings as a historical biomonitor of environmental lead contamination[J]. Science of the Total Environment,2006,362(1/2/3):278-291.
- [15]赵兴云,赵兴学,罗丛彬,等. 临沂市主要自然灾害类型及防灾减灾对策[J]. 临沂师范学院学报,2010,32(3):115-120.
- [16]张磊,潘婕,陶生才. 1961—2011年临沂市气温变化特征分析[J]. 中国农学通报,2013,29(5):204-210.

汤 鹏,王 浩. 基于“P-S-R”模型的紫金山国家森林公园生态安全评价[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):477-480.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.137

基于“P-S-R”模型的紫金山国家森林公园生态安全评价

汤 鹏,王 浩

(南京林业大学风景园林学院,江苏南京 210037)

摘要:生态旅游事业的快速发展给森林公园的生态环境带来前所未有的破坏,城市型森林公园因其处于市区范围更加容易遭受生态威胁,如何有效地评估城市型森林公园承受的生态威胁状态是提出科学保护策略的前提,具有重要意义。在阐述生态安全理论的基础上,以南京紫金山国家森林公园为研究对象,引用国外进行生态风险评价的“P-S-R”概念模型,从压力(pressure)、状态(state)、响应(response)3个层面构建适用于城市型森林公园的生态安全评价指标体系,运用AHP分析法、综合指数法等对紫金山的生态安全进行综合计算。结果表明,紫金山国家森林公园生态安全指数为0.8608,生态安全度为较安全状态。

关键词:紫金山国家森林公园;“P-S-R”模型;生态安全;评价

中图分类号: X82;X820.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0477-04

在中国新型城镇化建设过程中,人类建设活动的干扰使得环境污染不断加剧,生态系统安全遭受着极大的威胁和压力^[1]。城市森林公园、城市湿地公园等绿地斑块作为维护城市生态安全的重要屏障,是城市生态网络的重要组成部分,对它们的生态安全状况进行有效评价是一项刻不容缓的工作^[2]。

生态安全评价研究起源于国外对生态系统健康评价方面的研究,最早可追溯到1941年Aldo Leopold对土地健康评估的研究,这是国外生态风险评价第一次于实际案例的尝试。Bartell等将生态风险评价的方法运用到水体和流域的风险度评判,将生态风险评价的过程理解为分析其可能遭受生态威胁概率的评估过程^[3]。20世纪90年代初,美国国家环保局首次提出了被学界较为认可的生态安全评价概念^[4]。20世纪90年代,联合国经济合作与发展组织(OECD)按照西方G7会议的要求,启动了生态环境指标研究项目,并第一次提出和使用“P-S-R”模型对实际案例进行评价^[5]。目前,国内学者对生态安全评价的研究已取得了一些成果。相关学者在西方生态风险评价方法的基础上总结了生态安全评价的标准、

评价方法和指标体系构建^[6];有学者在研究中扩展了“P-S-R”框架模型,制定了区域生态安全评价指标体系概念框架^[7],也有研究者以山岳型森林公园为对象进行了评价指标体系的探索^[8]。实践运用方面,国内相关研究的对象依然比较局限,主要集中在大中尺度的对象,如山岳、河流乃至城市等^[9-10],对于具有高度生态敏感性的城市型森林公园的生态安全评价仍然为国内学者研究的空白。

笔者以江苏南京紫金山国家森林公园为研究对象,运用“P-S-R”模型和层次分析法构建适用于城市型森林公园的评价指标体系,运用综合指数法和权重计算法对南京紫金山国家森林公园的生态安全状况进行计算评价,评价结果较准确地反映了紫金山的生态安全状况,研究结果可以为紫金山国家森林公园的总体规划提供参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

紫金山国家森林公园成立于2004年。紫金山位于江苏省南京市玄武区中山门外,山脉从太平门附近向西绵延,方圆31 km²,有3个山峰。公园地理坐标为118°48′24″~118°53′04″E,32°01′57″~32°16′15″N,主峰北高峰居中偏北,海拔448.9 m,为宁镇山脉之最高峰。森林公园土地总面积约3 008.8 hm²,其中森林面积2 107.6 hm²,森林郁闭度为0.75~0.80。紫金山有着季相变化多段、色相丰富多彩的优美的森林植被景观,还有中山陵、明孝陵等享誉海外的人文景点,山上可远眺玄武湖和明城墙,山、水、城、林浑然一体。

收稿日期:2016-01-28

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2015BAI01B03);江苏省林业三新工程(编号:LYSX[2014]19)。

作者简介:汤 鹏(1990—),男,江苏泰州人,博士研究生,研究方向为森林公园规划设计理论。E-mail:tang1990peng@126.com。

通信作者:王 浩,教授,博士生导师。E-mail:landscape1@126.com。

[17] 临沂市统计局. 临沂统计年鉴:2014[M]. 北京:中国统计出版社,2014:25-30.

[18] 山东省统计局. 山东统计年鉴:2014[M]. 北京:中国统计出版社,2014:591-606.

[19] 唐修义,赵继尧,黄文辉. 中国煤中的九种金属元素[J]. 中国

煤田地质,2002,14(增刊1):43-54.

[20] 吴泽民,高 健,黄成林,等. 黄山松年轮硫及重金属元素含量动态特征[J]. 应用生态学报,2005,16(5):820-824.

[21] 杨银科,王文科,邓红章,等. 树木年轮中硫、铅元素含量与环境变化[J]. 科学技术与工程,2012,12(28):7309-7313.